

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-10146

(43) 公開日 平成11年(1999) 1月19日

(51) IntCl. ⁶	識別記号	F I	G
C 0 2 F 1/44		C 0 2 F 1/44	
B 0 1 D 61/02	5 0 0	B 0 1 D 61/02	5 0 0
61/08		61/08	
61/10		61/10	
61/58		61/58	
審査請求 未請求 請求項の数 4 F D (全 5 頁)			

(21) 出願番号 特願平9-178889

(22) 出願日 平成9年(1997) 6月18日

(71) 出願人 000003964

日東電工株式会社

大阪府茨木市下穂積1丁目1番2号

(72) 発明者 廣瀬 雅彦

大阪府茨木市下穂積1丁目1番2号 日東
電工株式会社内

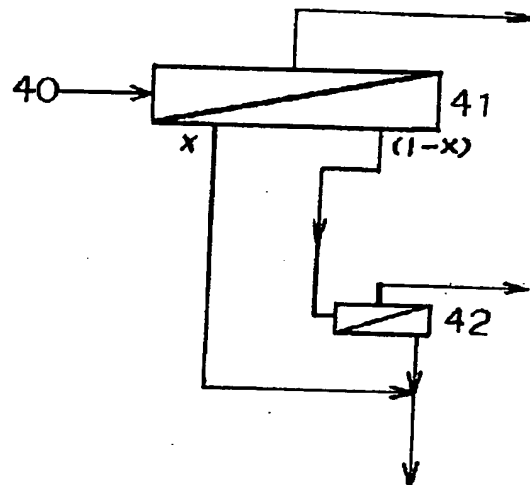
(74) 代理人 弁理士 松月 美勝

(54) 【発明の名称】 逆浸透膜分離方法

(57) 【要約】

【課題】 ホウ素を多量に含有する原液、例えば、海水から、2段逆浸透膜分離によりホウ素含有量を所望値に減量し、かつカルシウム等の蒸発残留物の含有量を所望値に減量し、しかもpHを中性側にした、所謂、おいしい飲料水を容易に生産できる逆浸透膜分離方法を提供する。

【解決手段】 原液40を第1段目逆浸透膜モジュール41によって処理し、更にその透過液の一部を第2段目逆浸透膜モジュール42によつて処理し、この第2段目逆浸透膜モジュール42の透過液と第1段目逆浸透膜モジュール41の残部透過液とを混合する方法において、第1段目逆浸透膜モジュールの透過液の一部を当該逆浸透膜モジュールの下流側透過液とし、同残部透過液を当該逆浸透膜モジュールの上流側透過液とした。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 原液を第1段目逆浸透膜モジュールによって処理し、更にその透過液の一部を第2段目逆浸透膜モジュールによって処理し、この第2段目逆浸透膜モジュールの透過液と第1段目逆浸透膜モジュールの残部透過液とを混合する方法であり、第1段目逆浸透膜モジュールの透過液の一部を当該逆浸透膜モジュールの下流側透過液とし、同残部透過液を当該逆浸透膜モジュールの上流側透過液とすることを特徴とする逆浸透膜分離方法。

【請求項2】 原液を第1段目逆浸透膜モジュールによって処理し、更にその透過液の一部を第2段目逆浸透膜モジュールによって処理し、この第2段目逆浸透膜モジュールの透過液と第1段目逆浸透膜モジュールの残部透過液とを混合して原液中の蒸発残留成分とホウ素成分とを減量調整した調整液を得る方法であり、第1段目逆浸透膜モジュールの透過液の一部を当該逆浸透膜モジュールの下流側透過液とし、同残部透過液を当該逆浸透膜モジュールの上流側透過液とし、第1段目逆浸透膜モジュールの供給側pH値を8以下とし、第2段目逆浸透膜モジュールの供給側pH値を8以上とすることを特徴とする逆浸透膜分離方法。

【請求項3】 原液が海水である請求項2記載の逆浸透膜分離方法。

【請求項4】 第1段目逆浸透膜モジュールにおける、供給液3.5%食塩水、操作圧力5.6k_{gf}/cm²、温度25℃、pH6.5の条件で評価した塩阻止率が99%以上であり、第2段目逆浸透膜モジュールにおける、供給液0.05%食塩水、操作圧力7.5k_{gf}/cm²、温度25℃、pH6.5の条件で評価した塩阻止率が98%以上である請求項3記載の逆浸透膜分離方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は逆浸透膜分離方法に関し、特にホウ素を多量に含有する原液、例えば、海水から飲料水を生産する場合に有用な方法である。

【0002】

【従来の技術】 海水から飲料水を生産する方法として、海水を第1段目逆浸透膜モジュールで処理し、その透過液をホウ素の除去に適したpH値に調整のうえ、更に第2段目逆浸透膜モジュールで処理することが提案されている（特開平9-10766号、特開平8-206460号）。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 周知の通り、所謂、おいしい飲料水としては、カルシウム等の蒸発残留物を適量に含有し、pH値が中性近傍であることが条件とされる。上記の逆浸透膜分離による飲料水の製造方法において、第1段目逆浸透膜モジュールの蒸発残留物に対する阻止率をa、同じくホウ素に対する阻止率をb、第2段目逆浸透膜モジュールの蒸発残留物に対する阻止率を

a'、同じくホウ素に対する阻止率をb'とすれば、最終的に得る生産水の蒸発残留物含有率は(1-a)(1-a')であり、同じくホウ素含有率は(1-b)(1-b')であり、このホウ素含有率を0.2ppm以下に抑えている。

【0004】 しかしながら、蒸発残留物含有率が(1-a)(1-a')で定まってしまう、a、a'がb、b'に従属的に変動するので、蒸発残留物含有率をホウ素含有率に独立的に所望値に設定し難く、ホウ素含有率0.2ppm以下にすると、蒸発残留物含有量がおいしい飲料水の条件から外れ、またpHもアルカリ側になってしまう。従って、特開平8-206460号等に開示された2段逆浸透膜分離法では、おいしい飲料水を生産することが難しい。

【0005】 本発明の目的は、ホウ素を多量に含有する原液、例えば、海水から、2段逆浸透膜分離によりホウ素含有量を所望値に減量し、かつカルシウム等の蒸発残留物の含有量を所望値に減量し、しかもpHを中性側にした、所謂、おいしい飲料水を容易に生産できる逆浸透膜分離方法を提供することにある。

【0006】

【課題を解決するための手段】 本発明に係る逆浸透膜分離方法は、原液を第1段目逆浸透膜モジュールによって処理し、更にその透過液の一部を第2段目逆浸透膜モジュールによって処理し、この第2段目逆浸透膜モジュールの透過液と第1段目逆浸透膜モジュールの残部透過液とを混合する方法であり、第1段目逆浸透膜モジュールの透過液の一部は当該逆浸透膜モジュールの下流側透過液から得、同残部透過液は当該逆浸透膜モジュールの上流側透過液から得ることを特徴とする構成である。

【0007】 特に、海水、ホウ素を多量に含有するかん水や排水から飲料水を生産する場合は、第1成分を蒸発残留物とし、第2成分をホウ素とし、第1段目逆浸透膜モジュールの供給側pH値を8以下とし、第2段目逆浸透膜モジュールの供給側pH値を8以上とし、また、第1段目逆浸透膜モジュールにおける、供給液3.5%食塩水、操作圧力5.6k_{gf}/cm²、温度25℃、pH6.5の条件で評価した食塩阻止率を99%以上、より好ましくは99.4%以上とし、同条件のもとでの透過流束を0.4m³/m²・日以上とし、第2段目逆浸透膜モジュールにおける、供給液0.05%食塩水、操作圧力7.5k_{gf}/cm²、温度25℃、pH6.5の条件で評価した食塩阻止率を98%以上、より好ましくは、99%以上とし、同条件のもとでの透過流束を0.6m³/m²・日以上とすることが好ましい。

【0008】

【発明の実施の形態】 以下、図面を参照しつつ本発明の実施の形態について説明する。図1は、本発明に係る逆浸透膜分離方法の処理フローを示している。図1において、41は第1段目逆浸透膜モジュールを、42は第2

段目逆浸透膜モジュールをそれぞれ示している。40は第1成分Aと第2成分Bとを含有する原液を示し、この原液40を第1段目逆浸透膜モジュール41で回収率 v_1 で処理し、第1段目逆浸透膜モジュール41の透過液を x 量と $(1-x)$ 量とに分け、透過液量 $(1-x)$ を第2段目逆浸透膜モジュール42に供給し、更に回収率 v_2 で処理し、その透過液と第1段目逆浸透膜モジュール41の残部透過液量 x とを合流させて生産液を得る。

【0009】上記、 a 、 a' 、 b 、 b' は pH 値や逆浸透膜モジュールの膜材質等によって調整できる要素である。而るに、本発明に係る逆浸透膜分離方法においては、これらの調整にとどまらず、第1段目逆浸透膜モジュールの透過液の分流比 x 、回収率 v_1 更には、第2段目逆浸透膜モジュールでの回収率 v_2 によっても、生産液の第1成分Aの含有率、第2成分Bの含有率 XB を調整できる結果、生産液の第1成分含有量及び第2成分含有量を所望値に容易に設定できる。すなわち、従来法での生産液の第1成分含有量 XA' 、第2成分含有量 XB' は、 $XA' = (1-a)(1-a')$

$$XB' = (1-b)(1-b')$$

で与えられ、 a 、 a' 、 b 、 b' で決まってしまうが、本発明に係る逆浸透膜分離方法においては、分流比 x 、回収率 v_1 、 v_2 によっても第1成分含有量 XA' 、第2成分含有量 XB' を調整できるので、生産液の第1成分含有量及び第2成分含有量を多岐的に調整でき、所望値にそれだけ容易に設定できるのである。

【0010】上記の分流比 x は、0.2~0.8、好ましくは0.3~0.7の範囲内で設定される。上記第1段目逆浸透膜モジュール内においては、原液濃度が下流側に至るほど高濃度となり、従って同逆浸透膜モジュールの透過液側においても、第1成分及び第2成分の濃度が下流側に至るほど高濃度となる。而るに、本発明においては第1段目逆浸透膜モジュールの下流側の透過液を第2段目逆浸透膜モジュールに供給しており、第2段目逆浸透膜モジュールの塩除去性能を効率よく発揮させ得る。

【0011】次に、ホウ素を多量に含有する原液、例えば海水（ホウ素含有量4.2ppm）から、所謂、おいしい飲料水を生産する場合の実施例について説明する。この実施例において、第1成分はカルシウム等の蒸発残留物であり、第2成分はホウ素である。

【0012】図2はこの実施例において使用する逆浸透膜分離装置を示している。図2において、1はホウ素を多量に含有する原液のタンク（海水タンク）を、2は前処理槽を、31は第1段目送液ポンプを、41は第1段目逆浸透膜分離モジュールを、411は第1段目逆浸透膜モジュールの濃縮液を、412は第1段目逆浸透膜モジュールの上流側透過液を、413は同じく下流側透過液をそれぞれ示している。5は中間タンクを、32は第2段目送液ポンプを、42は第2段目逆浸透膜分離モジ

ジュールを、421は第2段目逆浸透膜モジュールの濃縮液を、424は第2段目逆浸透膜モジュールの透過液をそれぞれ示している。この第2段目逆浸透膜モジュールの透過液は、原液供給側に全量または一部をリターンさせることができ（リターン量を多くするほど、システム全体の回収率を向上でき、また、第1段目逆浸透膜モジュールへの供給水自体の純度をアップでき、全体の水質を向上できる）、422はそのリターン液を、423はその放流液をそれぞれ示している。400は第1段目逆浸透膜モジュールの上流側透過液412と第2段目逆浸透膜モジュール42の透過液424とを混合させてなる生産液を示している。また、カルシウムスケールを防止するために、第1段目逆浸透膜モジュール41の供給液に酸を添加して pH 調整を行うこともでき、61は酸液タンクを、71は酸液送りポンプをそれぞれ示している。また、第2段目逆浸透膜モジュール42のホウ素の除去率を大きくするために、 pH がアリカリ側にされ、62はアリカリ液タンクを、72はアルカリ液送ポンプを示している。

20 【0013】上記装置を用いて本発明により飲料水を生産するには、海水タンク1内の海水を前処理槽2で前処理したうえで、第1段目送液ポンプ31により所定の圧力で第1段目逆浸透膜分離モジュール41に供給し、濃縮された非透過液は第1段目逆浸透膜モジュールの濃縮液411として系内から排出する。前処理槽2は、第1段目逆浸透膜分離モジュール41の膜面を懸濁物質や有機物の付着、汚染から保護するために使用され、それらの懸濁物質や有機物等を除去するための手段、例えば、砂ろ過、精密ろ過、塩素や凝集剤の添加が施される。また、カルシウムスケールを除去するために、第1段目逆浸透膜モジュール41の供給液に酸を酸液タンク61からポンプ71により添加して pH 調整を行うことができる。第1段目逆浸透膜モジュール41の透過液を上流側透過液412と下流側透過液413とに分流させるには、例えば、第1段目逆浸透膜モジュールの構成を、ベッセル（圧力ケース）の上流側と下流側にそれぞれ独立の逆浸透膜モジュールエレメントを収容し、上流側モジュールエレメントの集水管下流側端を上流側透過液412の出口とし、下流側モジュールエレメントの集水管下流側端を下流側透過液413の出口とすることができる。而して、第1段目逆浸透膜モジュール41の下流側透過液413を一旦、中間タンク5に貯え、アルカリ液タンク62のアルカリ液をポンプ72により中間タンク5の貯液に添加し、更に、この貯液を第2段目送液ポンプ32により所定の圧力で第2段目逆浸透膜分離モジュール42に供給し、濃縮された非透過液（第2段目逆浸透膜モジュールの濃縮液421）の全量または一部をリターン液422として第1段目送液ポンプ31の入口側に戻し、残りを放流液423として排出していく。また、第2段目逆浸透膜モジュール42の透過液424と

第1段目逆浸透膜モジュールの上流側透過液412とを合流させて所定の生産液400を得る。

【0014】上記において、第1段目液送ポンプ31の圧力を高くして、第1段目逆浸透膜分離モジュール41の透過側に圧力を作用させ、その圧力で第2段目逆浸透膜分離モジュール42を作動させることもでき、この場合、中間タンク5及び第2段目送液ポンプ32は省略できる。上記において、第2段目逆浸透膜モジュール42の供給側pH値は8以上、好ましくは8.5以上とされる。また、第1段目逆浸透膜モジュール41の阻止性能は、供給液3.5%食塩水、操作圧力56kaf/cm²、温度25℃、pH6.5の条件で評価した食塩阻止率のもとで99%以上とされ、第2段目逆浸透膜モジュールの阻止性能は、供給液0.05%食塩水、操作圧力7.5kaf/cm²、温度25℃、pH6.5の条件で評価した食塩阻止率のもとで98%以上とされる。上記第1段目及び第2段目逆浸透膜モジュールには、化学的に安定な架橋ポリアミド、より好ましくは、芳香族架橋ポリアミドをスキン層とする複合膜を用いた逆浸透膜モジュールを使用することが好ましい。更に、上記逆浸透膜モジュール、特に、第2段目逆浸透膜モジュール42においては、膜面積の割には透過流束を大きくするために、スキン層の比表面積を3以上とすることが好ましい。上記第1段目及び第2段目の逆浸透膜分離モジュールには、スパイラル型、中空糸型、チューブ型等を使用できる。上記第2段目逆浸透膜分離モジュールの後段に逆浸透膜分離モジュールを接続して2段以上の多段で実施したり、第1段目逆浸透膜モジュールの濃縮液を更に逆浸透膜モジュール処理してシステムの回収率を高めることもできる。

【0015】

【実施例】

【実施例】図2に示す逆浸透膜分離装置を使用した。第1段目逆浸透分離膜モジュールには、3.5%食塩水を供給液としてのpH6.5、温度25℃、操作圧力56kaf/cm²での塩阻止率が99.6%であるスパイラル型逆浸透分離膜モジュール〔日東電工（株）製NTR-70SWC〕を用い、第2段目逆浸透分離膜モジュールには、0.05%食塩水を供給液としてのpH6.5、温度25℃、操作圧力7.5kaf/cm²での塩阻止率が99.5%のスパイラル型逆浸透分離膜モジュール〔日東電工（株）製ES10〕を用いた。両逆浸透膜モジュールとも、複合膜のスキン層に芳香族架橋ポリアミドを使用している。第1段目逆浸透分離膜モジュールとしては、上記のNTR-70SWCを6本直列に接続したものを使用し、第2段目逆浸透分離膜モジュールとしては、上記のES10を一本使用した。原液には海水（ホウ素含有量4.2ppm）を使用した。第1段目逆浸透分離膜モジュールを操作圧力56kaf/cm²、回収率40%にて運転して脱塩を行った。第1段目逆浸透膜モジュ

ールの上流側透過液は、上流側二本から採り、その透過液量は第1段目逆浸透膜モジュール透過液総量の46%、蒸発残留物含有量は120ppm、ホウ素含有量は0.6ppmであった。一方、第1段目逆浸透膜モジュールの下流側透過液の蒸発残留物含有量は270ppm、ホウ素含有量は0.8ppm、pH値は5であった。この第1段目逆浸透膜モジュールの下流側透過液に水酸化ナトリウムを添加してpH値を9.5に調整し、この調整液を第2段目逆浸透膜モジュールで操作圧力7.5kaf/cm²、回収率90%にて脱塩した。この第2段目逆浸透膜モジュールの透過液の蒸発残留物含有量は10ppm、ホウ素含有量は0.2ppm、pH値は9であった（このままでは、蒸発残留物含有量が低すぎ、おいしい飲料水としての硬水の要件を欠如しており、pH値もアリカリ側であり、飲料水として不適格）。第1段目逆浸透膜モジュールの上流側透過液と第2段目逆浸透膜モジュールの透過液との混合液である生産水の蒸発残留物含有量は60ppm、ホウ素含有量は0.4ppm、pH値は7であり、おいしい飲料水としての要件を充足していた。

【0016】〔比較例〕実施例に対し、第2段目逆浸透膜モジュールの本数を実施例の2倍にし（2本にし）、第1段目逆浸透膜モジュールの透過液の全量を第2段目逆浸透膜モジュールに供給した以外、実施例に同じとした。この比較例における、第1段目逆浸透膜モジュールの透過液の蒸発残留物含有量は200ppm、ホウ素含有量は0.7ppm、pH値は5であり、第2段目逆浸透膜モジュールの透過液（生産液）の蒸発残留物含有量は8ppm、ホウ素含有量は0.2ppm、pH値は9であった。この生産水は、蒸発残留物含有量が低く、アルカリ性であり、飲料水としては不適格であった。

【0017】

【発明の効果】本発明に係る逆浸透膜分離方法によれば、海水のようにホウ素を多量に含有する原液から、ホウ素を十分に除去して蒸発残留物が適量で、且つpH値がほぼ中性の水を効率よく生産でき、逆浸透膜モジュールの特性やpH値の調整以外に第1段目逆浸透膜モジュールの透過液の分流比や回収率及び第2段目逆浸透膜モジュールの回収率の調整をも調整要素として所謂、おいしい水を容易に効率よく製造することができる。更に、1段目逆浸透膜モジュールの透過水量の一部を2段目逆浸透膜モジュールに供給して処理しているので、1段目逆浸透膜モジュールの透過水全量を2段目逆浸透膜モジュールに供給し処理している従来法に比べ、2段目逆浸透膜モジュールには小さい規模のものを使用すれば足り、設置する空間の省スペース化や設備・運転コスト面での低減、省エネルギー化を図ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る逆浸透膜分離方法の処理フローを示す図面である。

【図2】本発明の実施例において使用した逆浸透膜分離装置を示す図面である。

【符号の説明】

4 1 第1段目逆浸透膜モジュール
4 1 2 第1段目逆浸透膜モジュールの上流側透過液

* 4 1 3 第1段目逆浸透膜モジュールの下流側透過液

4 2 第2段目逆浸透膜モジュール

4 0 原液

4 0 0 生産液

*

6 2 アルカリ液タンク

第1段目逆浸透膜モジュールの下流

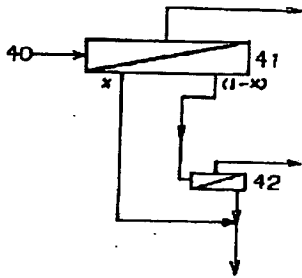
第2段目逆浸透膜モジュール

原液

生産液

アルカリ液タンク

【図1】



【図2】

